



# LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

Institut d'Economie Rurale – Revue Semestrielle – n°13 Juillet - Décembre 2011 – ISSN 1987 - 0000

**n°13**

**Promotion au champ, de la croissance, l'absorption du phosphore et le rendement de maïs (*Zea mays*) par les souches de *Bacillus* isolées des sols du Mali et solubilisant le Phosphate Naturel de Tilemsi**

**1**

**Recherche des causes et méthodes de lutte contre le phénomène de dessèchement du riz dans l'eau dans les zones rizicoles de l'Office Riz de Mopti**

**23**

**Effet des systèmes de culture de légumes sur la teneur en carbone organique du sol en agriculture urbaine et périurbaine à Sikasso**

**38**

**Une expérience participative d'usage de la modélisation avec les paysans pour analyser la dynamique de la biodiversité des mils et sorghos dans les systèmes semenciers au Mali - Le cas de l'atelier final du projet IMAS (ANR 2008-2012) : 16-19/01/2012**

**47**

**Variabilité climatique et son impact sur le régime hydrologique dans le delta central du Niger**

**58**

**Domestication du *Stylosanthes erecta* P. Beauv « Segufali »**

**67**

**Étude de l'impact de l'intégration agriculture-élevage sur le revenu agricole des exploitations agricoles familiales dans la zone d'encadrement de l'Office de la Haute Vallée du Niger (OHVN) : Cas de 3 villages de la Commune rurale de Ouélessébougou (Mali)**

**78**



*La Recherche Agricole au Service du Développement Rural*



# **LES CAHIERS DE L'ÉCONOMIE RURALE**

---

**N° 13 – Juillet-Décembre 2011**

---

**Revue scientifique de l'Institut d'Économie Rurale (IER)**

**Fax : (223) 20 23 37 75 – Tél. : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05**

**B.P. 258 – Rue Mohamed V – Bamako, Mali**

# **Une expérience participative d'usage de la modélisation avec les paysans pour analyser la dynamique de la biodiversité des mils et sorghos dans les systèmes semenciers au Mali**

## **Le cas de l'atelier final du projet IMAS (ANR 2008-2012) : 16-19/01/2012**

### **Using participatory modeling with farmers in Mali to analyze agrobiodiversity dynamics in millet and sorghum seed systems**

#### **The case of the final project workshop IMAS (ANR 2008-2012): 16-19/01/2012**

**Bazile D.<sup>1</sup>, Sidibé A.<sup>2</sup> et Coulibaly H.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Coordinateur du Projet IMAS, CIRAD, UPR GREEN, TA C-47/F, Campus International de Baillarguet, F-34398 Montpellier, France & PUCV, Instituto de Geografía, Chili, Avenida Brasil 2241, Valparaíso, Chili. Tél +56.32.227.40.86 / Fax +56.32.227.40.90, didier.bazile@cirad.fr

<sup>2</sup>Coordinateur National au Mali du Projet IMAS. Chef de l'Unité des Ressources Génétiques, Institut d'Economie Rurale, Bamako, Mali. amadousidibe57@yahoo.fr

<sup>3</sup>Chercheur au Laboratoire Sol-Eau-Plante, Institut d'Economie Rurale, Bamako, Mali. hscoulibaly@yahoo.fr

### **Résumé**

Les systèmes de cultures des paysans intègrent la diversité d'espèces et de variétés en liaison avec la variabilité des milieux exploités. Le projet IMAS (Impact des Modalités d'Accès aux Semences sur la diversité des ressources génétiques en agriculture) porte sur la définition et la mise en œuvre de modes de gestion adaptés à la conservation dynamique *in situ* des ressources génétiques face aux changements globaux. Il vise à identifier de nouvelles formes de gestion de la diversité variétale des mils et sorghos basée sur l'interaction à différentes échelles des systèmes semenciers paysans, marchands et institutionnels. La méthodologie s'appuie sur la co-construction d'outils innovants, les modèles multi-agents, capables d'intégrer les points de vue des différents acteurs puis de simuler les aspects dynamiques de la gestion de la biodiversité pour analyser les impacts des évolutions futures.

Un modèle conceptuel de gestion des variétés de mils et de sorghos a été élaboré et un modèle de simulation de scénarii d'impact d'introduction de nouvelles variétés a été validé à travers des jeux de rôle.

**Mots clés :** Agrobiodiversité, Système semencier, Modélisation, Gestion

### **Abstract**

Farming systems integrate this diversity of species and varieties in connection with the variability of the lands farmed. In response to global change, the IMAS project focuses on the definition and implementation of management practices adapted to the dynamic *in situ* conservation of genetic resources. It aims to identify new forms of managing varietal diversity based on interaction at different levels of farmer, commercial, and institutional seed systems. The proposed methodology is based on the joined construction of innovative tools - multi-agent models – able to integrate

the points of view of different stakeholders and then to simulate the dynamic aspects of biodiversity management in order to analyze the impact of future developments.

An abstract model of management of pearl millet and sorghum varieties was elaborated and a model simulation of scenario impact of introduction of new varieties was validated through role-playing games.

**Key words:** Agrobiodiversity, Seed System, Modelling, Management

## I. Introduction

Contrastant avec le constat généralement admis d'une biodiversité érodée par l'activité humaine, les pratiques de sélection des ressources phytogénétiques par les agriculteurs, depuis les débuts de l'agriculture et les domestications qui se poursuivent encore aujourd'hui, ont généré une diversité intra-spécifique riche et originale. Contrairement à la plus grande partie de la biodiversité naturelle, l'agrobiodiversité relève d'une gestion humaine, active et continue (Chevassus-au-Louis & Bazile, 2008). Les «centres de diversité» des plantes cultivées restent largement situés dans les pays en développement où l'agriculture traditionnelle gère une grande diversité d'espèces et de variétés en liaison notamment avec la diversité et la variabilité des milieux exploités (Soumaré *et al.*, 2008). Des progrès ont été accomplis pour caractériser la gestion paysanne de la diversité, mais la définition et la mise en œuvre de modes de gestion adaptés à la préservation dynamique *in situ* des ressources génétiques face aux changements globaux restent peu étudiées. Des approches innovantes doivent donc être proposées, dans le but d'intégrer savoirs scientifiques et locaux (Bazile, 2006).

Les équipes CIRAD, IRD et IER ont déjà pu démontrer leur capacité à produire des connaissances nouvelles sur l'agrobiodiversité dans les projets passés et en cours en

collaboration avec d'autres collègues d'autres Instituts Nationaux de Recherche Agronomique. Deux projets sont fondateurs de la dynamique de recherche en cours : «*Evolution de la diversité des mils et des sorghos cultivés au Niger entre 1976 et 2003 : influence des facteurs naturels et anthropiques*» (Institut Français de la Biodiversité, IFB actuelle FRB) et, «*Agrobiodiversité du sorgho au Mali et au Burkina Faso*» (Fonds Français pour l'Environnement Mondial, FFEM) auxquels il faut ajouter le projet IER IPGRI FAO FIDA «Développement participatif de stratégies de conservation *in situ* en zones pré-désertiques et désertiques des mil, sorgho, niébé » de 1999 à 2002 regroupant le Mali et le Zimbabwe qui a été le premier projet de gestion participative de l'agrobiodiversité. Ils ont posé les bases d'une recherche pluridisciplinaire et multi acteurs pour améliorer notre réflexion sur la complexité de la structuration génétique et la complémentarité des systèmes de conservation. La participation à d'autres projets intègre ce positionnement : «*Modélisation multi-agents des réseaux d'échange de semences pour améliorer la conservation in situ des variétés locales de céréales en Afrique de l'Ouest*» (Bureau des Ressources Génétiques, actuellement inséré dans la FRB), «*Vers une autonomie des agriculteurs sahéliens dans la gestion et l'exploitation de la diversité agricole, pour l'amélioration de leurs stratégies de subsistance*» (Fonds International pour le Développement Agricole, FIDA). Le projet IMAS (Impact des Modalités d'Accès aux Semences sur la diversité des ressources génétiques en agriculture) a bénéficié dès son démarrage des apports des résultats de ces autres projets mais aussi d'une large expérience accumulée sur les méthodes utilisées.

L'objectif général du projet IMAS est de contribuer à la valorisation et au maintien de l'agrobiodiversité dans les pays du Sud. Aussi IMAS cherche à promouvoir l'interaction d'une part entre scientifiques de disciplines différentes et, d'autre part entre tout acteur participant aux dynamiques semencières.



## II. Objectifs

Dans le but de trouver une réponse satisfaisante à la question : «Comment maintenir une diversité variétale élevée dans les régions où le développement actuel de l'agriculture peut fortement réduire la biodiversité ?», le projet IMAS souhaite s'appuyer sur l'étude de cas de la conservation *in situ* de la diversité de céréales traditionnelles (mil et sorgho) au Mali. À l'heure actuelle, cette conservation repose en grande partie sur le maintien des variétés via le système semencier paysan.

Le projet IMAS répond aux Stratégies Nationales de Recherche sur la Biodiversité qui visent à améliorer la concertation de réseaux d'opérateurs impliqués dans la conservation pour développer ensemble des stratégies durables. En outre, le mode de modélisation retenu favorise l'aspect pluridisciplinaire des recherches pour appréhender les changements en cours dans le rapport des sociétés à la biodiversité et simuler de nouvelles formes de gestion de la

biodiversité agricole. IMAS s'appuie sur les concepts du développement durable avec une prise en compte des dimensions écologiques, économiques et sociales des changements de biodiversité. Le projet est soucieux d'intégrer ces connaissances pluridisciplinaires dans des modèles pour explorer par simulation de nouvelles pratiques d'utilisation durable des espèces et des variétés.

IMAS est un projet de recherche finalisée, centré sur la biodiversité et la gestion des ressources en agriculture, visant à la mise au point d'outils pour l'aide à la décision ou, tout au moins d'aide à la réflexion. En outre, il aide à redéfinir les stratégies de conservation de l'agrobiodiversité en considérant des points de vue multi acteurs.

L'objectif du présent article est de présenter la méthodologie et les résultats des travaux de l'atelier final du projet IMAS au Mali qui s'est tenu à l'IER de Bamako (CRRRA de Sotuba) du 16 au 19 janvier 2012.



**Photo 1.** Participants à l'atelier final IMAS 2012 (@Didier Bazile, Cirad)

### III. Matériel et méthodes

La participation des différents groupes d'acteurs en présence a été facilitée par l'usage d'un jeu de rôle spécialement conçu pour cet atelier à partir du modèle conceptuel élaboré entre tous les chercheurs du projet et validé en mars 2011 au Mali avec des représentants paysans de plusieurs régions.

Après une description générale de la méthodologie du projet IMAS, nous présenterons en détail les éléments de matériel et de méthodes spécifiques à l'atelier considéré.

Dans les régions climatiques défavorables, en particulier sous les tropiques semi-arides, le maintien d'une diversité génétique élevée a permis la survie et l'adaptation des populations humaines au cours des siècles (Mazoyer et Roudart, 2002). Les agriculteurs s'appuient encore sur la diversité variétale maintenue par les pratiques de gestion de semences (Brookfield *et al.*, 2002). Cette diversité est un réservoir d'adaptabilité génétique pour faire face aux changements économiques et environnementaux. Le système semencier paysan apparaît essentiel en complément du système semencier national : i- pour la préservation des variétés locales, ii- comme canal de diffusion des variétés améliorées, iii- pour la gestion raisonnée en réponse aux crises (Almekinders et Louwaars, 2002 ; McGuire, 2005 ; Sperling et Cooper, 2003). Ainsi, l'accès et la circulation des semences peuvent être étudiés au plan théorique comme un transfert d'innovation et, au plan pratique, dans le cas présent d'IMAS, nous nous intéressons à l'impact de cette diffusion.

En 1996, un groupe de chercheurs proposait une démarche appelée modélisation d'accompagnement pour aborder la gestion des ressources renouvelables et de l'environnement (Bousquet *et al.*, 1996). Il s'agissait de s'engager dans une démarche transdisciplinaire pour aborder l'objet d'étude, et de s'appuyer sur la méthode de la modélisation pour catalyser le processus d'interaction entre chercheurs de différentes disciplines. Plusieurs expériences proposèrent des modèles intégrant différents

types de connaissances disciplinaires avec comme objectif de faire interagir les différents porteurs de savoirs, qu'ils soient chercheurs ou acteurs locaux, au moyen de différents outils comme les jeux de rôles, les enquêtes et interviews et, les modèles de simulation. La modélisation d'accompagnement repose sur ces nouvelles méthodes et outils pour aborder les systèmes complexes en situation d'incertitude que ce soit pour des objectifs de recherche ou d'appui à la décision collective (Le Page *et al.*, 2004).

Dans le cas présent du projet IMAS ([imas.agropolis.fr](http://imas.agropolis.fr)), financé par l'Agence Nationale de la Recherche" (ANR-France:2008-2012), le projet a été élaboré par une équipe multidisciplinaire (agronomes, géographes, économistes, généticiens, sociologues, etc.) composée de chercheurs et d'enseignants-chercheurs de France, du Chili, du Mali et du Burkina-Faso.

Les équipes IER (Institut d'Economie Rurale, Mali), CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, France), INRA (Institut National de la Recherche Agronomique, France), IRD (Institut de Recherche pour le Développement, France) et, ICRISAT (*International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*) du projet travaillent ensemble depuis de nombreuses années en Afrique de l'Ouest sur la diversité des mils et sorghos (Bazile & Weltzien, 2008). La culture des mils et des sorghos, au Mali, se caractérise par un approvisionnement en semences à 90 % à partir du système semencier paysan, une forte résilience du système mais une accélération des entrées extérieures (Organisations paysannes, Vulgarisation agricole, Recherche, Divers projets) et une absence de reconnaissance par le marché de la diversité cultivée (Coulibaly *et al.*, 2008). La situation en Afrique de l'Ouest des mils et des sorghos correspond encore à ce jour, au plan théorique, à un modèle d'agriculture traditionnelle centrée sur l'autoconsommation avec le maintien *in situ* de la diversité variétale par les communautés locales avec un faible recours à l'Etat.

Les activités du projet IMAS ont été les suivantes durant les quatre dernières années :

1. Caractérisation du rôle des pratiques agricoles dans la structuration de la diversité génétique des variétés locales et améliorées aux différentes échelles : exploitation, village, région et pays ;
2. Analyse de l'agrobiodiversité comme facteur de stabilité des productions agricoles y compris par l'insertion des exploitations agricoles dans les marchés et les réseaux ;
3. Compréhension des mécanismes et des stratégies paysannes de prise de décision dans les diverses régions agricoles au regard des normes et incitations pour les acteurs aux différentes échelles ;
4. Analyse des modes de création et diffusion des semences de nouvelles variétés aux différentes échelles avec l'étude des contraintes liées aux droits de propriétés intellectuelles ;
5. Modélisation des systèmes semenciers et partage de cette représentation avec les différents acteurs et disciplines du projet ;
6. Utilisation des modèles multi-agents et jeux de rôles pour tester des scénarios d'évolution de la diversité variétale.

Les méthodes utilisées reposent sur : a) l'analyse de la diversité génétique des plantes, b) l'économie institutionnelle et de l'économie des filières, c) la socio anthropologie, d) l'agronomie système et la géographie et, e) la modélisation des systèmes complexes associée aux démarches participatives et la recherche-action.

La méthodologie s'appuie sur un processus itératif selon des boucles alternant des phases de recueil de données terrain / de conceptualisation et de modélisation des systèmes / de confrontation aux acteurs lors d'ateliers communs / de validation ou de réfutation. Un retour permanent vers les acteurs (paysans et chercheurs) permet de

confronter la compréhension du système par le chercheur ou les parties prenantes et de travailler sur l'acceptation des représentations mobilisées.

La conceptualisation et le développement participatif des modèles de systèmes semenciers reposent sur une coordination scientifique par l'aval basée sur l'animation d'ateliers où sont associés tous les chercheurs et des représentants des paysans de différents contextes géographiques. Les travaux de terrain sont structurés aux trois échelles du système avec l'étude de la diversité génétique (de la plante à la parcelle), l'étude de la diversité des systèmes agraires (de la parcelle à la petite région agricole) et l'étude des régulations sociales, économiques et politiques (du marché local au pays).

Du 16 au 19 janvier 2012 s'est tenu à Bamako (Mali), l'atelier final du projet. Durant 4 jours, 30 participants regroupant des paysans des zones de Tominian, Koutiala, Sikasso et Dioila, des chercheurs de différentes institutions malienne (IER), française (Cirad) et internationale (ICRISAT), des représentants du conseil et de la vulgarisation agricole, des représentants d'ONG et des responsables d'autres projets de recherche-développement travaillant au Mali sur cette thématique de la gestion de la biodiversité agricole au Mali (PASE2/AFD, FFEM) se sont retrouvés pour échanger sur la question de l'agrobiodiversité et de sa gestion.

La première journée a permis de présenter et discuter les résultats scientifiques majeurs du projet qui analysent l'évolution de la diversité des mils et sorghos aux différentes échelles de la plante et du gène, des exploitations agricoles et des systèmes agraires, puis à des échelles régionales et nationale selon les régulations socio-économiques portées par les politiques publiques et les marchés.

Les jours suivants, les paysans ont pu partager le modèle conceptuel du modèle informatique (Belem *et al.*, 2011) développé au travers d'un jeu de rôle où ils devaient reproduire le comportement des différents types de paysans

d'un village malien virtuel devant semer et produire à partir d'une diversité de variétés de sorghos à leur disposition ou de l'introduction d'une variété améliorée par une organisation paysanne.

Nous avons construit pour ce jeu de rôle un village abstrait afin de faciliter la participation à l'identique de tous les paysans originaires de régions très différentes du Mali. Ce village correspond :

- à une zone agroclimatique du Mali central avec une pluviométrie moyenne sur les 10 dernières années de 900 mm réparties sur 6 mois de mai à octobre ;
- une irrégularité des pluies à l'installation de la saison et fin de saison moins variable ;
- une diversité des paysans selon la surface cultivée (petite/grande), le niveau de mécanisation des exploitations (1 : peu équipées, 2 : moyennement équipées, 3 : bien équipées), l'utilisation de deux types de sols à richesse minérale et réserve hydrique différentes (sableux ou argileux).

Dans le jeu, chaque joueur représente un paysan qui prend ses décisions pour semer en choisissant du coton, du maïs et différentes variétés de sorgho. Pour cela, il doit disposer de semences autoproduites l'année précédente ou se procurer la semence de la variété désirée auprès d'autres paysans ou fournisseurs. Chaque paysan dispose d'une carte qui spécifie les caractéristiques structurelles de son exploitation : la surface cultivable, le nombre de personnes (pour déterminer le niveau l'autoconsommation et la main-d'œuvre active), le niveau d'équipement qui limite la surface cultivée, l'argent à l'initialisation du jeu (trésorerie), la stratégie de changement de variété (innovateur, imitateur ou conservateur) et les revenus générés par d'autres activités non agricoles (élevage, arboriculture, maraîchage ou travail salarié extérieur, etc.) et, enfin, son appartenance à une organisation paysanne (OP) ou pas. Comme, dans la réalité, la majorité des paysans d'un même village appartiennent à l'OP locale et sont moyennement équipés, ce qui permet d'avoir une surface cultivable moyenne.



**Photo 2.** Un paysan remplissant sa fiche d'assolement (@Didier Bazile, Cirad)



Deux sessions du jeu de rôle ont été organisées sur la même journée. Chaque session (matin et après-midi) comprenait trois pas de temps annuels et correspondait à un scénario en particulier : le matin, les représentations des entités modélisées dans le système ont été partagées pour valider la structure et la dynamique du modèle à travers le jeu de rôle. Le paysan devait pour cela comprendre notre représentation [simplifiée] de son système à partir des règles de décision relatives à la production agricole (assolement limité à 3 espèces), le choix des variétés en fonction des pluies et des types de sol, l'introduction et l'abandon de variétés, la gestion des stocks de semences et de grains, etc. Dans le premier scénario, joué le matin, on considère seulement l'investissement en matériel agricole des UPA (Unité de Production Agricole dans le sens d'une exploitation agricole composée de différents ménages) via l'OP. L'objectif de ce scénario 1 est d'analyser comment une augmentation du niveau d'équipement, qui induit de facto [pour le jeu de rôle] une augmentation de la superficie cultivée, a un impact sur la dynamique variétale des sorghos. Si l'UPA dégage assez de bénéfices en fin d'année, elle peut, via l'OP, accéder à de l'équipement et changer de niveau d'équipement dans la typologie initiale (passage pour une année donnée d'un niveau d'équipement au niveau directement supérieur : de 1 à 2, ou de 2 à 3).

Le scénario 2 joué l'après-midi correspond à l'introduction d'une nouvelle variété par l'OP. L'objectif de cette étape 2 est de discuter directement de l'effet de la diffusion d'une nouvelle variété par l'OP sur la diversité variétale du village.

Dans le cadre du déroulement proprement dit du jeu de rôle, l'année se découpe en trois temps liés aux pluies : début de saison des pluies, période de récolte, l'intersaison ou saison sèche. Au démarrage de la saison des pluies, selon leurs caractéristiques propres, les UPA doivent définir leur assolement pour

l'année N. La date de début de saison marque le démarrage des semis, les UPA cherchent à prédire le climat possible de l'année et se projettent pour estimer les rendements espérés des espèces/variétés cultivées. L'UPA ne sème qu'avec les variétés qui sont disponibles dans son exploitation, sinon elle doit chercher des fournisseurs. À la fin de la campagne agricole, il est procédé à la récolte. L'animateur annonce la fin de la saison des pluies et invite les paysans à aller récolter en portant leurs fiches d'assolement (avec les cartes de semences utilisées) aux postes de saisie pour le calcul automatique des productions (animateurs disposant d'ordinateurs portables). L'assistant reporte en direct sur la fiche d'assolement les données de production par parcelle pour l'année N et remet à l'UPA de nouvelles cartes de semences en cas de non échec de la culture. Le paysan détermine alors la part utilisée pour l'autoconsommation dans l'année entre le maïs et les variétés de sorgho. Ensuite, il peut constituer un stock de grains de sécurité ; le solde de la production étant ensuite considéré comme disponible pour la vente est vendu en totalité. La génération automatique du calcul des ventes au prix du marché nous donne l'estimation du revenu annuel cumulé pour la somme des cultures avec ajout du complément de revenus des autres activités. Enfin, la saison sèche est propice aux échanges de semences entre paysans et à l'achat de matériel. Pour chaque groupe d'espèce, les UPA évaluent les rendements de leurs variétés et décident du possible remplacement des moins performantes. La nouvelle variété est déterminée en fonction de la stratégie d'innovation. Les innovateurs cherchent une nouvelle variété auprès de l'OP et les imitateurs auprès d'autres UPA ayant déjà expérimenté cette variété. Les conservateurs ne changent jamais de variétés, ils conservent toujours la variété héritée de leurs parents. Les UPA peuvent échanger librement, entre elles, les semences dès lors que le donneur dispose bien de cette semence (carte spécifique de la semence de la variété autoproduite).

## IV. Résultats discussions

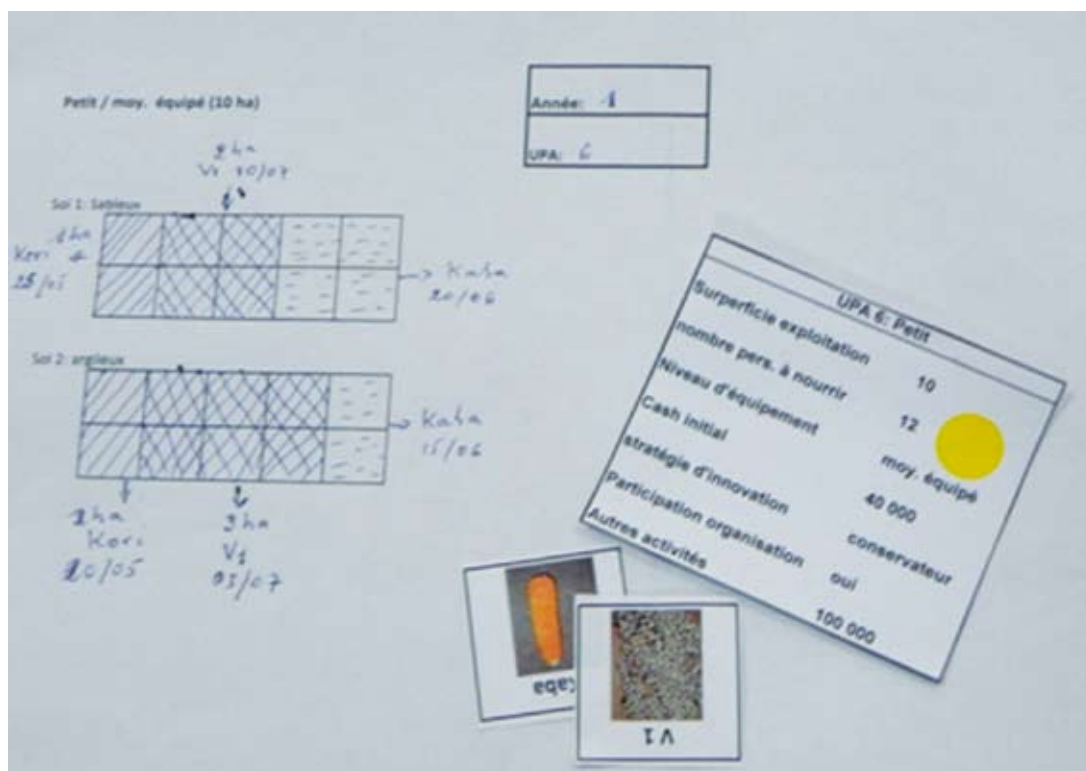
Le Jeu de Rôle (JdR) est un outil qui a permis, pendant l'atelier de Bamako (16-19/01/2012), de partager notre représentation (celle des chercheurs) du système semencier formalisée dans un modèle informatique. Cette mise en scène de la prise de décision, via le Jeu de Rôle, permet plus facilement de discuter le modèle sous-jacent car ce nouvel outil devient un objet intermédiaire, plus facile à réfuter. Il sert alors à poser de nouvelles questions pour modifier, adapter les représentations et travailler sur de nouveaux scénarios.

Sur la représentation de la structure du système et des dynamiques (fonctionnement, prise de décisions), les paysans ont validé le cadre général de modélisation retenue qui permet à tout joueur paysan de prendre ses décisions de la même façon que dans son exploitation. Un certain nombre de points liés au paramétrage du jeu ont alimenté les discussions et ont pu être débattus :

- Les rendements des différentes espèces et variétés cultivées (maïs, sorgho, coton) sont des données à dire d'expert (chercheurs IER et CIRAD). Ils représentent des moyennes pour les zones considérées dans une matrice de contextes pédoclimatiques spécifiques (sol sableux ou argileux – cumul précipitations bon, moyen ou mauvais – semis précoce, normal ou tardif). Les moyennes utilisées dans le jeu sont satisfaisantes pour un jeu dont l'objectif est la question du maintien des variétés de sorgho donc en particulier celle de la reproduction des semences de ces différentes variétés. Pour le maïs et le coton, les données moyennes conviennent et il n'est pas utile de les modifier. Par contre, dans le cas des variétés locales de sorgho, même s'il est convenu d'une très forte stabilité de celles-ci sous diverses conditions environnementales, il faudrait accentuer les différences de rendement des

abaques du jeu entre les deux types de sol (argileux et sableux) afin de mieux mettre en exergue les possibilités de choix entre variétés pour les paysans.

- La prise en compte des charges (intrants, carburant, fonctionnement et entretien matériel, etc.) pour définir la marge brute et nette de la production. Une présentation des méthodes de calcul des prix de vente utilisés pour le Jeu de Rôle a permis de clarifier les esprits. Dans le cas du coton, le prix payé au producteur (250 FCFA/kg) inclus déjà les dépenses effectuées pour les intrants et les semences mais il ne tient pas compte des salaires, ni de l'entretien du matériel en particulier pour les motorisés. Le prix payé au producteur pour le maïs (175 FCFA/kg) est un prix payé bord de champ moins le coût estimé des intrants. Dans le cas du sorgho, un prix unique de 200 FCFA/kg a été retenu quelle que soit la variété, cultivée sans intrant en conditions paysannes. La méthode considère un prix fixe alors que les variations saisonnières sont importantes sur les céréales. Une amélioration du JdR pourrait alors porter sur la stratégie de vente des producteurs pour maximiser le revenu du paysan.
- L'autoconsommation et les réserves de sécurité en grains ont été longuement débattues, d'une part, sur la quantité devant être considérée par personne et par an, et, d'autre part, sur les stocks mis en place par le paysan et gérés sur un pas de temps pluriannuel. Un consensus sur un niveau de consommation de 240 kg céréales/pers/an en milieu rural au Mali a été admis et validé, il correspond aux données utilisées par le CILSS (Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel). La mise en place d'un stock de sécurité pour une année est considérée comme normale et celui-ci est alimenté en fonction des années selon le niveau de production agricole.



**Photo 3.** Exemple de fiche d'assolement complétée pour une UPA (@Didier Bazile, Cirad)

Le scénario 1 du JdR a permis d'analyser la dynamique de quatre variétés de sorgho avant que l'Organisation Paysanne n'introduise une nouvelle variété de la recherche dans le scénario 2. Sur les différents sorghos cultivés dans le JdR, le profil de distribution avec deux variétés majeures (V1, V2) et deux mineures (V3, V4) s'est maintenu sur les cinq années du jeu. Et ceci, malgré les échanges entre joueurs, on a pu noter qu'à l'échelle du village, un nombre constant de paysans ont continué à cultiver ces différentes variétés d'où un équilibre se crée à ce niveau, celui du village, malgré des modifications très fortes à l'échelle UPA d'une année sur l'autre.

Cette situation s'est maintenue à l'échelle du village malgré les échanges de variétés entre les joueurs avec un nombre constant de paysans. Ceci crée un équilibre entre les différentes variétés au niveau du village, malgré les modifications fortes à l'échelle.

En se basant sur des représentations théoriques de situations de dynamiques variétales, le village abstrait du JdR correspond au cas d'un village stable malgré toutes les contraintes fixées dans le jeu : modification de l'équipement, réseaux d'échanges de semences contraints, introduction d'une nouvelle variété par l'OP, etc. Il ressort que les variétés majeures (V1, V2) restent cultivées sur de grandes surfaces par beaucoup de paysans et que les variétés mineures (V3, V4) sont toujours cultivées par peu de paysans sur de petites surfaces durant les 5 années du jeu et malgré la diffusion et l'extension rapide de la variété V5 pendant les trois dernières années. Ce village correspond bien sûr à un cas particulier mais il prouve que certaines situations montrent une forte résilience aux perturbations pour le maintien d'une diversité variétale élevée.

Les règles de diffusion de la variété par l'OP ont été validées par les participants. Si la diffusion d'une variété se fait par une OP, la première année est toujours limitée

à quelques membres choisis de l'OP pour expérimenter la variété. Les paysans sont alors choisis par l'OP en fonction de critères liés à leurs bonnes pratiques agronomiques et semencières et, à leur ouverture pour des visites à d'autres paysans du village. En effet, l'expérimentation conduite par l'OP se fait dans un esprit de démonstration/diffusion de la variété. Si le résultat de l'expérimentation est positif alors tous les autres paysans adoptent la nouvelle variété. Ainsi, le fait de lier dans le Jeu de Rôle l'expérimentation et la diffusion aux comportements des paysans selon leur stratégie de production (stratégies paysannes de conservateur, imitateur ou innovateur) permet de bien rendre compte des dynamiques de diffusion réelles.

La discussion générale autour du JdR et des scénarios traités a permis au groupe de paysans présents de recentrer l'utilisation du modèle de simulation sur un scénario qu'ils jugent important pour la dynamique des variétés : Comment les changements d'assolement (Surfaces \* Cultures/Variétés) s'ajustent-ils aux fluctuations des prix ? À partir de là, les paysans proposent de réutiliser le modèle afin de tester sur quoi pourraient influencer ces changements (extension des surfaces, modification de l'équipement).

## V. Conclusions

L'atelier national IMAS a permis de partager le modèle multi-agents générique développé pour représenter les systèmes semenciers afin d'analyser l'impact de certains scénarios sur la dynamique des variétés de sorgho cultivées. L'utilisation du Jeu de Rôle avec les paysans n'a pas posé de problèmes pratiques. Les paysans ont très facilement pu se transposer dans le jeu de rôle pour prendre leurs décisions de semis comme dans leurs exploitations réelles. La discussion sur l'utilité de l'outil pour la prise de conscience, la concertation et la projection a montré les différentes possibilités d'application du modèle à des contextes sociopolitiques et géographiques divers.

Parmi les recommandations à l'issue de cet atelier, des propositions concrètes ont été faites pour améliorer la complémentarité entre les modes de conservation *in situ* et *ex situ* pour la gestion dynamique des ressources phytogénétiques (RPG) (Bazile *et al.*, 2011). Un accord a été trouvé entre la Recherche, les OP et les ONG sur l'intérêt mutuel de renforcer les collaborations entre l'URG/IER (actuelle banque nationale des RPG) et les banques de semences locales et les foires gérées par les OP. Une possibilité avancée par l'URG est de pouvoir régénérer les semences de ses collections *ex situ* dans les zones d'origine de ces semences, ce qui donnerait dans le même temps, l'opportunité à l'OP locale de récupérer d'anciennes variétés perdues et d'enrichir sa banque locale de semences. Enfin, il a été noté l'importance de développer et d'améliorer les bases de données sur les RPG gérées par l'URG afin de mieux diffuser cette information vers l'AOPP et les OP intéressées, par exemple sous forme de catalogues ou de bases de données numériques. Un moyen de développer ces liens et ces échanges entre acteurs serait d'associer les agriculteurs dans la création et le fonctionnement du futur comité national des RPG qui devra être le nœud du réseau national de conservation des RPG.

L'atelier national de fin de projet IMAS a démontré que le renforcement de la collaboration entre la recherche et les producteurs dans le cadre de l'exécution du projet est un bien acquis et qu'il doit désormais constituer un socle à maintenir pour le futur.

## VI. Remerciements

Le projet IMAS a bénéficié d'un financement français de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-07-BDIV-016-01). Les auteurs remercient tous les producteurs et représentants d'organisations paysannes des différentes régions du Mali qui ont pu laisser leurs activités et leurs familles durant ces quelques jours, pour assister et représenter leurs communautés locales et régionales lors de cet atelier national du projet IMAS. Un remerciement particulier à Harouna Coulibaly pour sa participation à l'organisation et à



l'animation de l'atelier, puis à François Bousquet avec qui le jeu de rôle a été préparé. Enfin, un remerciement chaleureux à tous les chercheurs IER, CIRAD, ICRISAT pour leur présence et leur participation à l'animation du jeu de rôle et, pour tous les échanges fructueux effectués durant ces journées.

## VII. Références bibliographiques

- Almekinders, C.J.M. and Louwaars, N.P., 2002. The importance of the farmer's seed systems in a functional national seed sector. *Journal of new Seeds*, 4(1-2): 15-33.
- Bazile D. 2006. State-farmer partnerships for seed diversity in Mali. Londres: IIED, 22 p. (Gatekeeper Series : IIED, 127). <http://www.iied.org/pubs/pdf/full/14519IIED.pdf>
- Bazile D., Coulibaly H., Martinez E.A. 2011. Droits des agriculteurs sur leurs semences: le long chemin entre la conservation *in et ex situ*. *Revue Grain de sel* N°52-53: 15-17. [http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/GdS52-53\\_Semences.pdf](http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/GdS52-53_Semences.pdf)
- Bazile D. (ed.), Weltzien E. (ed.). 2008. Agrobiodiversités : numéro spécial. *Cahiers agriculture*, 17(2). Paris: John Libbey Eurotext, p. 73-256.
- Belem M., Bousquet F., Müller J.P., Bazile D., Coulibaly H. 2011. A participatory modeling method for multi-points of view description of a system from scientist's perceptions: application in seed systems modeling in Mali and Chile. *In: 7th European Social Simulation Association Conference (ESSA 2011)*, Montpellier, France, September 19-23, 2011.
- Bousquet, F., Barreteau, O., Mullon, C. and Weber, J., 1996. Modélisation d'accompagnement: systèmes multi-agents et gestion des ressources renouvelables, "Quel environnement au XXIème siècle ? Environnement, maîtrise du long terme et démocratie", Abbaye de Fontevraud, France. ORSTOM, pp. 10.
- Brookfield, H., Padoch, C., Parsons, H. and Stocking, M. (Editors), 2002. *Cultivating biodiversity*. ITDG Publishing and United Nations University, London (UK), 292 pp.
- Chevassus-au-Louis B., Bazile D. 2008. Cultiver la diversité. *Cahiers Agricultures*, 17 (2) : 77-78.
- Coulibaly H., Bazile D., Sidibé A & Abrami G. 2008. Les systèmes d'approvisionnement en semences de mils et sorghos au Mali : production, diffusion et conservation des variétés en milieu paysan. *CahiersAgricultures*, 17 (2): 199-202.
- Mazoyer, M. and Roudart, L., 2002. *Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine*. Points Histoire. Seuil, Paris (F), 705 pp.
- McGuire, S., 2005. *Getting Genes: Rethinking seed system analysis and reform for sorghum in Ethiopia*. PhD Thesis, Wageningen Universiteit, Wageningen (NL), 293 pp.
- Le Page, C., D'Aquino, P., Etienne, M. and Bousquet, F., 2004. Processus participatifs de conception et d'usage de simulations multi-agents. Application à la gestion des ressources renouvelables. *In: O. Boissier and Z. Guessoum (Editors), Systèmes multi-agents défis scientifiques et nouveaux usages. Actes des JFSMA 2004*. Hermès, Paris, pp. 33-46.
- Soumaré M., Bazile D., Vaksman M., Kouressy M., Diallo K., Diakité C.H. 2008. Diversité agroécosystémique et devenir des céréales traditionnelles au sud du Mali. *Cahiers Agricultures*, 17 (2) : 79-85.
- Sperling, L. and Cooper, H.D. (Editors), 2003. Understanding seed systems and strengthening seed security: a back ground paper. *Proceedings of a stakeholders' workshop, Rome, 26-28 May 2003: "Understanding seed systems and seed security. In: Improving the effectiveness and sustainability of seed relief"*. FAO, Rome (I), 35 pp.



**Institut d'Économie Rurale (IER)**

**Tél. : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05**

**Fax : (223) 20 23 37 75**

**B.P. 258**

**Rue Mohamed V**

**Bamako, Mali**